

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2000 EPO. All rts. reserv.



3561204

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 56137641 A2 811027 <No. of Patents: 002>

**CHECKING METHOD FOR SEMICONDUCTOR ON ANNEALING PROCESS**

(English)

Patent Assignee: KATOUDA TAKASHI

Author (Inventor): KATOUDA TAKASHI

IPC: \*H01L-021/324;

JAPIO Reference No: \*060016E000061;

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
JP <b>56137641</b>	A2	811027	JP 8040383	A	800331	(BASIC)
JP 83040331	B4	830905	JP 8040383	A	800331	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 8040383 A 800331

RECEIVED  
APR 24 2000  
TC 2800 MAIL ROOM

00817341

CHECKING METHOD FOR SEMICONDUCTOR ON ANNEALING PROCESS

PUB. NO.: **56-137641** [JP 56137641 A]

PUBLISHED: October 27, 1981 (19811027)

INVENTOR(s): KATODA TAKASHI

APPLICANT(s): KATODA TAKASHI [000000] (An Individual), JP (Japan)

APPL. NO.: 55-040383 [JP 8040383]

FILED: March 31, 1980 (19800331)

INTL CLASS: [3] H01L-021/324

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 25.2 (MACHINE TOOLS -- Cutting & Grinding); 35.1 (NEW ENERGY SOURCES -- Solar Heat); 45.4 (INFORMATION PROCESSING -- Computer Applications)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation)

JOURNAL: Section: E, Section No. 92, Vol. 06, No. 16, Pg. 61, January 29, 1982 (19820129)

ABSTRACT

PURPOSE: To carry out proper annealing process by irradiating laser beam on the surface of a semiconductor and detecting a state where the width and peak intensity of the Raman band corresponding to a phonon peculiar to a semiconductor in the spectrum of the Raman light are almost constant.

CONSTITUTION: In order to recover an injury and activate injected impurities, a fixed amount of energy is required in the annealing process of semiconductor. However, it is harmful to supply an excess energy. The Raman scattered light generated when a laser beam is irradiated on the surface of a semiconductor contains various types of information concerning the structural turbulence of semiconductor. The peak intensity and band width of the Raman band changes on account of a phonon peculiar to the semiconductor, depending on the degree of annealing. Accordingly, these values are measured and annealing process is finished when they are almost constant. Thus it is possible to determine the degree and ideal condition of annealing of a semiconductor having a shortage of ion injection does or various types of amorphous semiconductor, so that proper annealing process can be carried out.

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—137641

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和56年(1981)10月27日

H 01 L 21/324

6851—5F

発明の数 1

審査請求 有

(全 4 頁)

⑭ アニール処理に関する半導体の検査方法

⑯ 発明者 河東田隆

市川市須和田 1—3—4

⑰ 特 願 昭55—40383

⑰ 出 願 人 河東田隆

⑱ 出 願 昭55(1980)3月31日

市川市須和田 1—3—4

## 明 細 書

## 発明の名称

アニール処理に関する半導体の検査方法  
特許請求の範囲

アニール処理過程にある半導体表面にレーザ光を照射し、それによつて生じるラマン光を分光光度計に導入し、該ラマン光スペクトル中の上記半導体にフォノンに対応するラマンバンドのバンド巾及び又はピーク強度を異なつた時刻に測定し、該バンド巾及び又はピーク強度が略一定になつたことを検出することを特徴とするアニール処理に関する半導体の検査方法。

## 発明の詳細な説明

本発明は半導体のアニールングプロセスにおける検査方法に関する。

近年半導体材料の作成プロセス及びデバイスへの加工プロセスには、様々な新しい方法及び技術が導入されている。半導体へのイオン注入法はその一つで、当業者には十分周知の技術である。半導体にイオンを打込むと、イオンが打込まれた領

域及び表面領域の半導体の構造は、著しく乱されることが知られている。イオンを注入する前の半導体が単結晶である場合、イオン注入後、半導体の表面領域は無定形又は多結晶になつている。また、半導体中に注入された不純物イオンも、単に半導体中に導入されただけではドナあるいはアクセプタなど電気的に活性なキャリアとしての働きをしない。そこで、イオン注入により生じた損傷を回復させ、注入した不純物を電気的に活性なものとするため、いわゆるアニールングが行われる。半導体のアニールングは従来電気炉の中などで熱を加えることにより行われていたが最近レーザビームを半導体に照射することにより行ういわゆるレーザアニールング法が開発された。レーザビーム以外に電子ビームを用いたアニールング方法も開発されている。

これら半導体のアニールング工程において、損傷を回復させかつ注入された不純物を活性化するためには、一定のエネルギーを半導体材料に与える必要があるが、あまり過剰のエネルギーを加え

すぎると、かえつて結晶構造を乱すばかりでなく、材料又はデバイスの加工プロセス上も不利である。従つて、アニーリングと同時あるいはアニーリングを一時中断した短時間の間に、更にあるいはアニーリング終了後半導体の結晶構造の乱れあるいは不純物の活性化の程度を評価する方法があれば、アニーリングを適切な段階で停止させることができる。

一方、安価な太陽電池などの開発に関連し、金属、ガラスなど各種基板の上に、シリコン(Si)をはじめとする各種無定形半導体を形成する研究が盛んに行われている。この場合にも無定形半導体の特性改善や結晶化の目的で、イオン注入の場合と同様の方法でアニーリングが行われる。しかも、アニーリング中に半導体の結晶性などに関する情報を得ることがきわめて望ましいことは、イオン注入法の場合と全く同様である。

本発明は半導体のラマン効果を利用し、半導体のアニーリングプロセスにおける半導体の諸特性をモニタし、アニーリングの程度又は良否を判定

(3)

第2図は本発明の実施例に用いたラマン効果モニタを兼ねたレーザアニーリング装置の構成を示す。ラマン効果は市販のレーザラマン分光光度計1(日本電子株式会社製 JRS-400T)を使用して測定し、測定結果はレコーダ2又は陰極線管表示装置3によつて表示される。1個のアルゴンレーザ発振器4を半導体試料5のアニーリング及びレーザラマン効果測定のための両方の目的に使用した。アルゴンレーザの波長は $5145\text{\AA}$ 又は $4880\text{\AA}$ に変えることができ、最大出力は2Wである。レーザのビーム径は $50\mu\text{m}$ 以下から数 $10\text{mm}$ まで変化させることができる。

第3図は半絶縁性のGaAs単結晶の表面に比較的少量具体的にはイオンドーズ量 $2 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ のSiをイオン注入した試料を第2図の装置でレーザアニールする過程でのラマンスペクトルピークの強度変化を示す。イオン注入及び測定を行った面は(100)面である。具体的には $4880\text{\AA}$ のレーザ光を出力2Wで試料に照射してレーザアニーリングを行い、それと同時に(100)面に特有のLO

(5)

検査する方法に関するものであり、特にイオン注入量(イオンドーズ量)の少ない半導体あるいは各種無定形半導体のアニーリングの際に用いて好適な検査方法に関する。

本発明は半導体表面にレーザ光を照射した時発生するラマン散乱光が、半導体の構造的な乱れに関する情報を含んでおり、半導体のアニールの程度により、該半導体に固有のフォノンによるラマンバンドのピーク強度及びバンド巾が変化することを見出したことに基づいている。以下図面を用いて本発明を詳説する。

第1図はGaAs単結晶の(100)面にレーザ光を照射した場合に得られるラマンスペクトルで、波数約 $292\text{cm}^{-1}$ に一つのピーク $P_1$ が観測される。このピークはGaAsのLOフォノンによるラマンバンドに対応するものであることが知られており、比較的完全性の高いGaAs単結晶の(100)面からは、LOフォノンによるもののみがラマン光として観測され、その波数はGaAs単結晶に固有のものである。

(4)

フォノンによるラマンバンドのピーク $P_1$ の波数 $292\text{cm}^{-1}$ に分光光度計1を固定してピーク強度の変化を測定した。

第4図は同じ試料について上述したレーザアニーリング装置を用いてアニーリングを行う過程でのLOフォノンによるラマンバンドのバンド巾の変化を示す。具体的にはレーザ出力2Wでアニーリングを行いその途中でピーク $P_1$ の半値巾の測定を行ったが、測定時はレーザ出力500mWに減少させてアニーリングを実質的に停止させた状態で波数を掃引し、半値巾を求めた。

第3図及び第4図から、アニーリング開始後約2分までの $T_1$ の期間はピーク強度が増大すると共に半値巾は減少し、イオン注入されたGaAsの構造がより単結晶に近づいていること、すなわちアニーリングが進行していることがわかる。それ以後約10分までの期間 $T_2$ はピーク強度、半値巾とも略一定の値を示し、GaAsの構造が殆んど変化していないことがわかる。そしてその後の期間 $T_3$ にはピーク強度は減少し、半値巾は増大を始める

(6)

が、この $T_3$ における変化は過度のアニーリングにより結晶構造が破壊され始めたことに起因していることが確認された。従つて半導体をアニーリングすると共に該半導体に固有のフォノンによるラマンバンドのピーク強度及び又はラマンバンドのバンド巾をモニタし、アニーリング時間に対してピーク強度又はバンド巾が飽和したと言い換えれば略一定になつたことを検出すれば、アニーリングが完了したと判断することができる。第3図及び第4図の例では2分強度のアニーリングを行えば十分である。

上記はイオン注入した試料についての例であるが、その他の半導体例えば無定形シリコンのアニーリングの場合でも同様である。金属基板上に高周波スパッタリング法などにより形成された無定形シリコン層を上記と同様に第2図の装置でレーザアニーリングし、それに伴うラマンスペクトルの変化を調べたところ、波数約 $520\sim 530\text{cm}^{-1}$ の位置に現われるシリコン $S_1$ 固有のフォノンによるラマンスペクトルピークは第3図及び第4図と殆

(7)

半導体 $S_1$ 、 $S_2$ 、...に固有のフォノンによるラマンバンドのバンド巾(本例では半値巾)を検出する回路であり、該検出回路10から得られる半値巾信号は制御用コンピュータ11へ送られる。該コンピュータ11は半値巾信号に基づいてレーザ発振器7及び分光光度計9を制御する。

上述の如き構成において、コンピュータ11はレーザ発振器7を作動させて基板 $S_3$ へアニール用レーザ光を照射してアニーリングを行うと共に、所定期間毎に発振器7を停止させ、そのたびに分光光度計9の波数掃引を行いラマンスペクトル信号を得る。そしてコンピュータはそのたびに半値巾検出回路10から得られる半値巾信号をモニタし、該半値巾信号が第4図に示す様にアニーリングに伴つて減少し、その後アニーリングに拘らず略一定となつたことを確認したならば処理完了と判断し発振器7を停止させる。

この様にして基板 $S_3$ のアニーリングが終了したならば、ベルト6を移動させて次の基板をレーザ光照射位置へ配置し、再び同様の処理が行われる。

(9)

んど同形のピーク強度変化及びバンド巾変化を示した。即ちアニーリングが進行するに従いピーク強度は増大すると共にバンド巾は減少し、アニーリングが完了すると略一定値となり、やがてアニーリング過剰になるとピーク強度は減少し、バンド巾も増大し始める。従つて無定形シリコンの場合でも該シリコンに固有のフォノンによるラマンバンドのピーク強度及び又はバンド巾をモニタし、それらの値が略一定になつたことを検出すれば、アニーリング完了を知ることができる。

第5図はこの様な考え方に基づき、アニーリングを自動的に停止させる様にしたレーザアニーリング装置の一例を示す。同図において $S_1$ 、 $S_2$ 、...は処理を受けるイオン注入済の半導体基板であり、該基板は移動ベルト6上に載置されている。7はアニーリング専用パルスレーザ発振器、8は検査専用のレーザ増倍器である。発振器8からの検査用レーザ光照射により発生したラマン光はラマン分光光度計9に導入される。10は該分光光度計9より得られたスペクトル信号に基づいて上記半

(8)

尚上記実施例では半値巾をモニタしたが、半値巾検出回路10の代りにピーク強度検出器を用いてピーク強度をモニタする様にしても良いことは言うまでもない。その場合分光光度計をピークの波数位置に固定でき波数掃引が不要であるので高速でアニーリング処理を行う場合でもモニタが可能である。

又上記実施例では本発明をレーザアニーリング装置に応用したが、それに限らずレーザを使用しない他の方式のアニーリング装置に応用しても良いことは言うまでもない。

以上詳述した如く本発明によれば、ラマン効果を利用することにより半導体のアニーリングプロセスにおけるアニーリングの完了又はアニーリングの進行度を判定検査することができる。

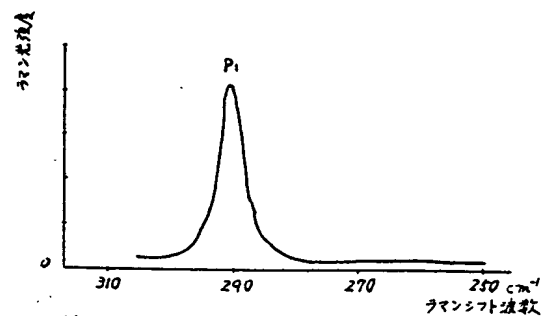
図面の簡単な説明

第1図は $G_{\text{c}}A_{\text{c}}$ 単結晶(100)面のラマンスペクトルを示す図、第2図はラマン効果モニタを兼ねたレーザアニーリング装置の構成を示す図、第3図、第4図はアニーリング過程における $P_1$ の強

(10)

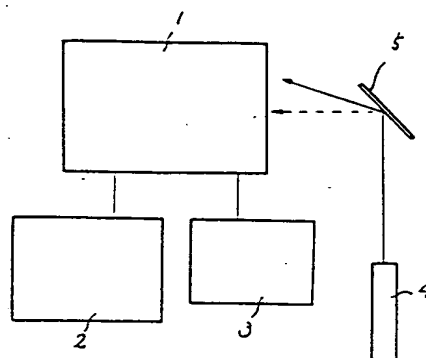
度、 $P_1$ の半値巾の変化を示す図、第5図は本発明  
の一実施例の構成を示す図である。

1、9：レーザラマン分光光度計、4、8：レ  
ーザ発振器、5：試料、10：バンド巾検出回路、  
11：コンピュータ。



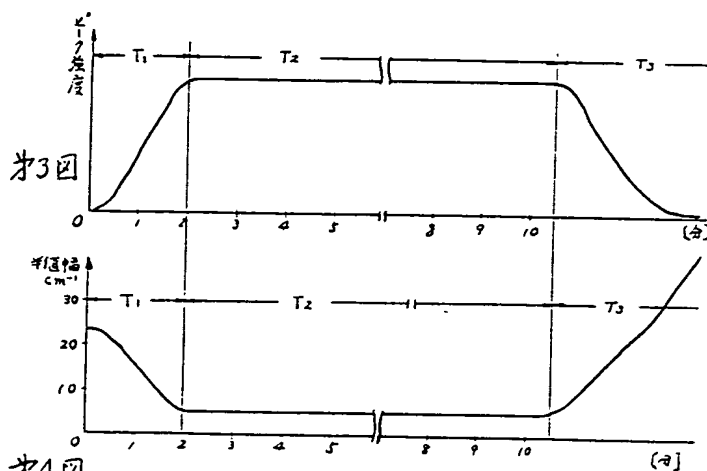
第1図

特許出願人  
河東田 隆



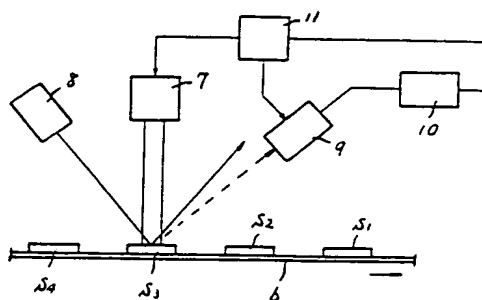
第2図

(11)



第3図

第4図



第5図